

コンニャクの育種に関する研究

第1報 花の形態および花芽の形成・ 開花について

若 林 重 道

コンニャクを開花させ採種する試みは、すでに1935年ごろから行われた。しかし、結実することはきわめてまれで、どうい育種的手段とすることは不可能であった。その後、種球の保存や開花時の管理を工夫することによってわずかに結実数も増加したが、なお採種操作の確立しないままに現在に及んでいる。

筆者は1953～1955年に、交配育種の基礎知識をうる目的でこの調査を行った。

この研究を行うにあたって種々の御指導をいただいた片山義勇博士に対し厚く御礼を申し上げる。

1. 花 の 形 態

(1) 調査の材料および方法

大玉種の各年生の花穂を使用し、横断面の観察には徒手切片およびナワシン液で固定後のパラフィン埋蔵デラフィールドのヘマトキシリン染色により、各部の表面観察はスンプ法によった。

第1図 1. 花の全形 2. 花穂部



(2) 調査結果の概要

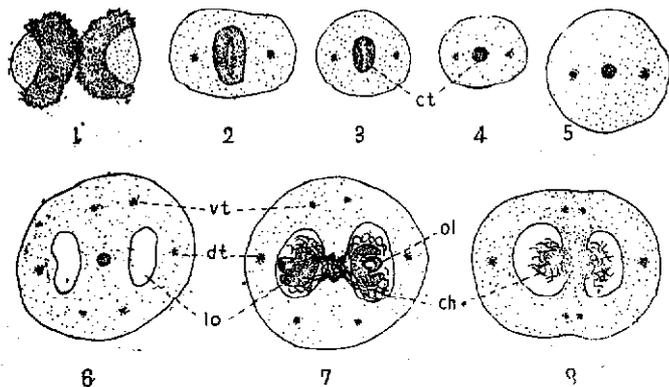
第1図—1のように球茎の頂部が抽出して一花茎となり先端に内穂花序をつける。花茎の基部からは弱小な根がきわめて少数に発生するが全く出ないことも多い。開花までには葉は全く抽出しないが、結実しない場合は基部の側芽が伸長して葉を展開する。花茎の高さおよび大きさは、おおむね球茎の大きさに正比例して高さ約40～130cmであるが、大玉種での各部分別長さの一例を第1表に示した。

第1表 花の部位別長さの一例（大玉種，cm）
(1954)

測定部位	個体別					平均	
	1	2	3	4	5		
中 茎	57.0	47.5	41.5	52.0	45.0	48.6	
軸	雌花部	5.3	5.0	5.1	5.3	4.8	5.1
	雄花部	7.2	6.2	6.4	6.7	6.0	6.5
	付属体	52.5	54.0	41.5	54.5	42.5	49.0
苞	筒部	17.0	15.0	13.0	16.5	13.5	15.0
	全長	41.5	39.0	35.5	39.5	37.0	38.5
全長	122.0	112.7	94.5	118.5	98.3	109.2	

花序は第1図—2のように基部の雌花部と上部の雄花部とにわかれて、それぞれ雌花と雄花とを密生し、雌花部は直ちに雄花部に接続して中性部を有しない。雌花部の表面観は紫色、雄花部は成熟するにつれて黄白色から黒灰色に変化し、花軸は黄白色である。花は単性花で無梗、無花被であり、雌蕊は1坐に1個、雄蕊は2～6個（普通は4個）をつけ、花葉の配列は交走斜列であるが、花軸の大きさによる比大の変化のために斜列数はさまじまに変化する。すなわち、花軸の大きいほどそれに着生する花の数は多くなる。雌蕊は第5図—8のように単純な普通型で、2～4心皮、子房は2～4室中軸胎坐、胚珠は各室1個倒生、内外の珠皮があり、胚嚢は普通型である。柱頭は心皮数に応じて2～4裂し、花柱溝は花柱の中心を経て子房の頂部で子室に通ずる（第2図

第2図 雌蕊の横断面 ×15



1. 柱頭部 2.3. 花柱上部 4. 花柱中部 5. 花柱下部
 6. 子房上部 7. 子房中部 8. 子房下部
 ct. 花柱溝 lo. 子室 ch. 誘導毛
 dt. 背跡 vt. 腹跡 ol. 胚珠

第8図). 雄蕊は葯のみからなり、成熟すると各半葯中の2葯室は合一してそれぞれ1孔を生じ孔口裂開をする。(第5図—10).

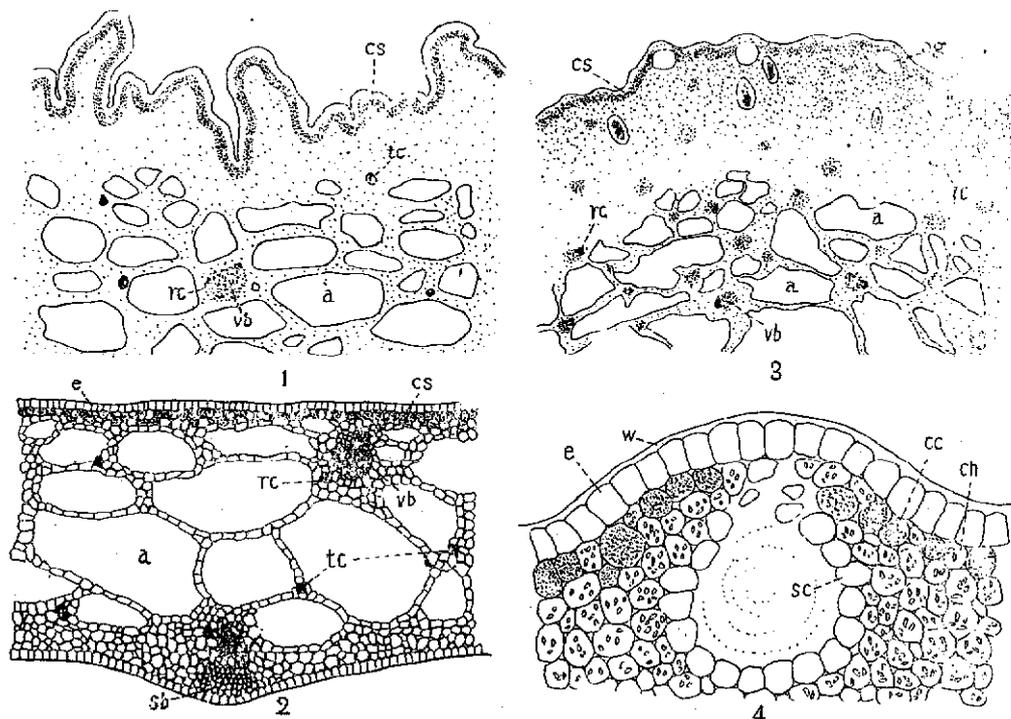
仏燄苞は広卵形で抱合して漏斗状筒形となり、先端は尾状鋭尖でねん曲し縁辺は波状となる。筒部外面は無

毛、その下半は緑色で紫斑を点在し、上方に向って順次に黒紫色を加え、漏斗状部以上は中肋を残して濃い黒紫色となるが、中肋は筒部下端から緑～淡緑～淡緑褐色の条となって上昇し、尾状部に至って漸次に消失する。筒部は縦に脈条が顕著である。苞の内面は全面的に濃黒紫色、筒下部はことに濃色で突瘤を密布するが、筒上部および漏斗状部以上は平滑無毛滑沢である。苞の横断面は第3図1～2のように、おおむね葉柄の場合に似ているが、黒紫色の部分は表皮下に1～2層の有色細胞がある。

附属体は円柱形で長く苞外に突出し、無毛暗紫色、先端に細まり鈍頭、直立または刀剣状に反曲する。表面には顆粒状の小隆起が多くて全面に薄くロウ質でおおわれ、精油腺を散在して開花期に精油を分泌し悪臭を発散する(第3図3～4)。

花茎の形状および内部構造は葉柄と全く同様で、表面の色は全面的に紫色が多くて黒紫色の小斑を密布するが、下部はほとんど緑黒紫色となり上部に向って漸次に緑色味を加える。花茎の組織はやや葉柄の場合よりも緻

第3図 花の部分的横断面



1. 仏燄苞筒部の内側 ×30
 2. 仏燄苞漏斗状部 ×40
 3. 付属体の一部 ×30
 4. 精油腺 ×500
- e. 表皮 cc. 有色細胞
 tc. タンニン細胞 rc. 樹脂道
 og. 精油腺 i. 特殊細胞
 ch. 葉緑体
- cs. 有色細胞層 a. 通気組織
 vb. 管束 sb. 厚膜纖維束
 sc. 分泌細胞 w. 蠟

密で硬膜纖維束の発達もよく、概して葉柄よりも強剛である。花茎の下部には数片の芽苞が残留附着する。花の各部分共に少数の気孔を散在する。

コンニャクの花芽は葉柄基部の内芽中に作られるが、1953・54年に大玉種4年生を当試験地圃場に普通栽培し、各調査期日ごとに6個体ずつを掘取り調査して第2表・第4図を得た。

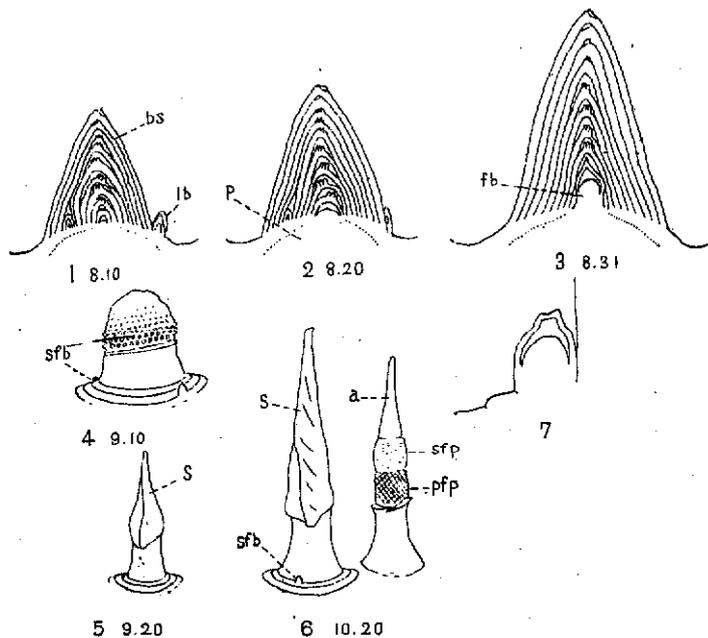
2. 花芽の分化期および發育調査

第2表 花芽の分化發育調査 (4年生)

調査月日	1953							1954						
	未分化	花分化	穂分化	単性花分化	雌・雄分化	柱頭分化	葯房分化	未分化	花分化	穂分化	単性花分化	雌・雄分化	柱頭分化	葯房分化
8.10	6	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
8.20	1	5	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—	
8.31	—	4	2	—	—	—	—	—	5	1	—	—	—	
9.10	—	1	5	—	—	—	—	—	1	5	—	—	—	
9.20	—	—	1	4	1	—	—	—	—	2	4	—	—	
9.30	—	—	—	4	3	—	—	—	—	1	4	1	—	
10.10	—	—	—	—	—	1	5	—	—	—	—	2	4	
10.15	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	6	

各期毎に6個体中の数を示す。

第4図 花芽の形成過程 (1953)



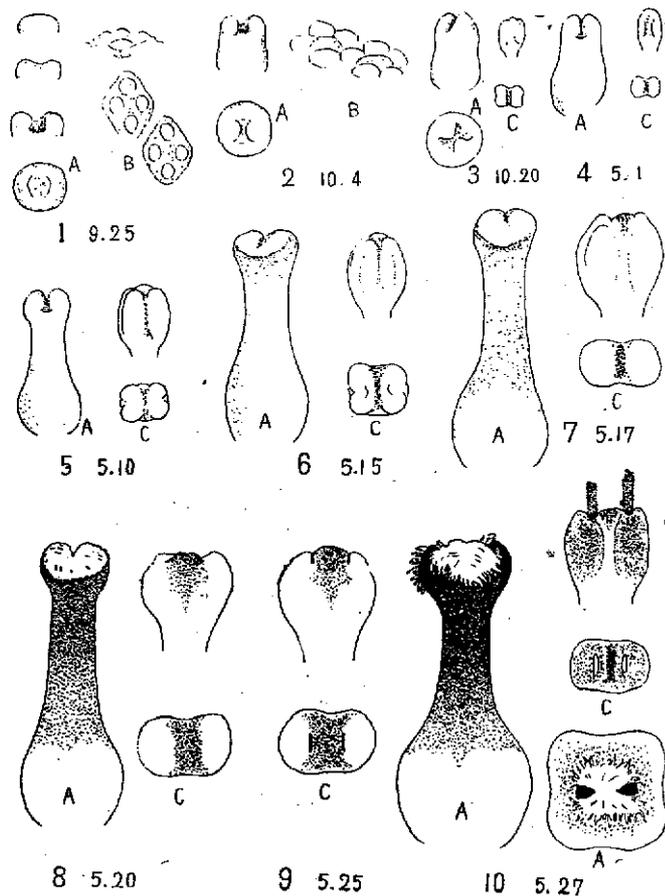
1. 未分化 1~3 ×%
2. 花穂分化
3. 単性花分化
4. 単性花分化期の花穂 ×3
5. 雌雄分化 ×%
6. 完成した花芽 ×%
7. 二次的花芽の縦断面 ×5

bs. 芽 苞 lb. 側 芽
 p. 幼 茎 fb. 花 芽
 sfb. 二次的花芽 s. 仏 燄 苞
 a. 付 属 体 sfp. 雄 花 部
 pfp. 雌 花 部

すなわち1953年度の結果では、8月10日の生長点部はなんら葉芽の場合と異なることはなかったが、8月20日には生長点の容積が拡大して隆起していることが認められ、花穂分化の標徴と推定された。8月31日にはすでに苞と花軸との区別も明瞭となり、花軸の下部にわずかに凸癩が認められるものもあったが、9月10日では花軸の周囲はこの突起によって埋められ、下部に大きく上部に漸次小形となって下部より上部に形成されつつあることが推察され、この突起は単性花の原基であることが認定

された。その後この原基は急速に肥大して、9月20~30日ごろには大きく高い原基の並ぶ下部と低平な原基の並ぶ上部とにわかれていて雌・雄花の分化と推察されたが、生長の速い株ではすでに雌花部の下端より上部に向かって雌花の柱頭分化が進み、更に上部に及んで葯の分化も観察された。10月10日には葯もほとんど分化し終って花序の形態が完成し、葯房も漸次に隆起して10月15日では調査個体の全部に一応整った花序が見られた。掘取後は花芽の生長も変化も全く見られず、花穂分化直後の葉

第5図 雌・雄蕊の生育過程 (1954)



1~4 花芽形成の初期から休眠まで
 5~10 休眠の覚せい後から花粉の圧出まで
 1. ×20 2. ×12 3~10. ×7
 A. 雌蕊 B. 雄蕊の原基とその坐
 C. 雄蕊

上側は側面観、下側は上面観を示し、月日は25°Cの場合の発育期日を示す(説明本文).

の早期倒伏の場合も同様に以後全く生長は停止し、いずれも軽い休眠にはいった。順調に生長した花芽の長さは普通6~8cmである。

1954年度の花穂分化は前年度よりも4~5日遅れ、以後各生育過程も同様に遅延したが、10月中旬葉の倒伏までには花序がととのった。

これらの結果から、いわゆる「花芽の分化期」は8月20日前後であるが、葉が完成されるのは8月上旬であり、このころから体内の養分生理にも余裕ができると思われるので、生理的花芽分化期はおそらく8月上旬と考えられる。実際に、風害および病害で早期に倒伏した個体を掘取調査して、8月上中旬から被害を受けたものには花芽が非常にまれな事実もわかっている。花芽分化後その生育肥大は葉の倒伏まで続き、葉の倒伏時期に応じて種々の程度に発育中途のままですべて休眠に入るものと思われる。以上を総括して花芽の生育過程を追跡すると大体第3表のように推察される。

なお、中心から1番目の側芽は二次的花穂となり、第4図-6・7のように第1次の花穂の基部に密着している

第3表 花芽の分化発育過程

月 日	過 程	備 考
8. 5~15	生理的花芽分化	8月15日前後に完葉となる。
8. 15~25	花穂分化	8月下旬、坐子の肥大が始まる
9. 5~15	単性花分化	9月上旬~10月上旬、半の肥大が最もさかんである。
9. 20~30	雌・雄分化	
10. 1~6	柱頭分化	10月上旬、生子が完葉する。
10. 5~10	葯分化	10月中下旬、葉は黄変倒伏する
	休 眠	

が、その分化は遅くて9月下旬と推定され、その発育程度には種々のものが観察される。

3. 開花に関する調査

(1) 調査の材料および方法

1953・'54年秋期に花芽を形成した大玉種5年生の球茎を5°C恒温に貯蔵し、翌春3月下旬以降は常温中に置いて春暖と共に伸長する花芽を適宜に調査し、4月下旬に試験地圃場へ植付けて降霜のおそれがある場合は被

覆し、昼間は除去して日射を充分にした。6月上旬の開花以後は強烈な日光をさけるために簡単な日覆をした。各部分の内部観察には、材料をナワソン液で固定後パラフィン埋蔵デラフィールドのヘマトキシリン染色法により、花粉の生育過程の調査には醋酸オルセインおしつぶ

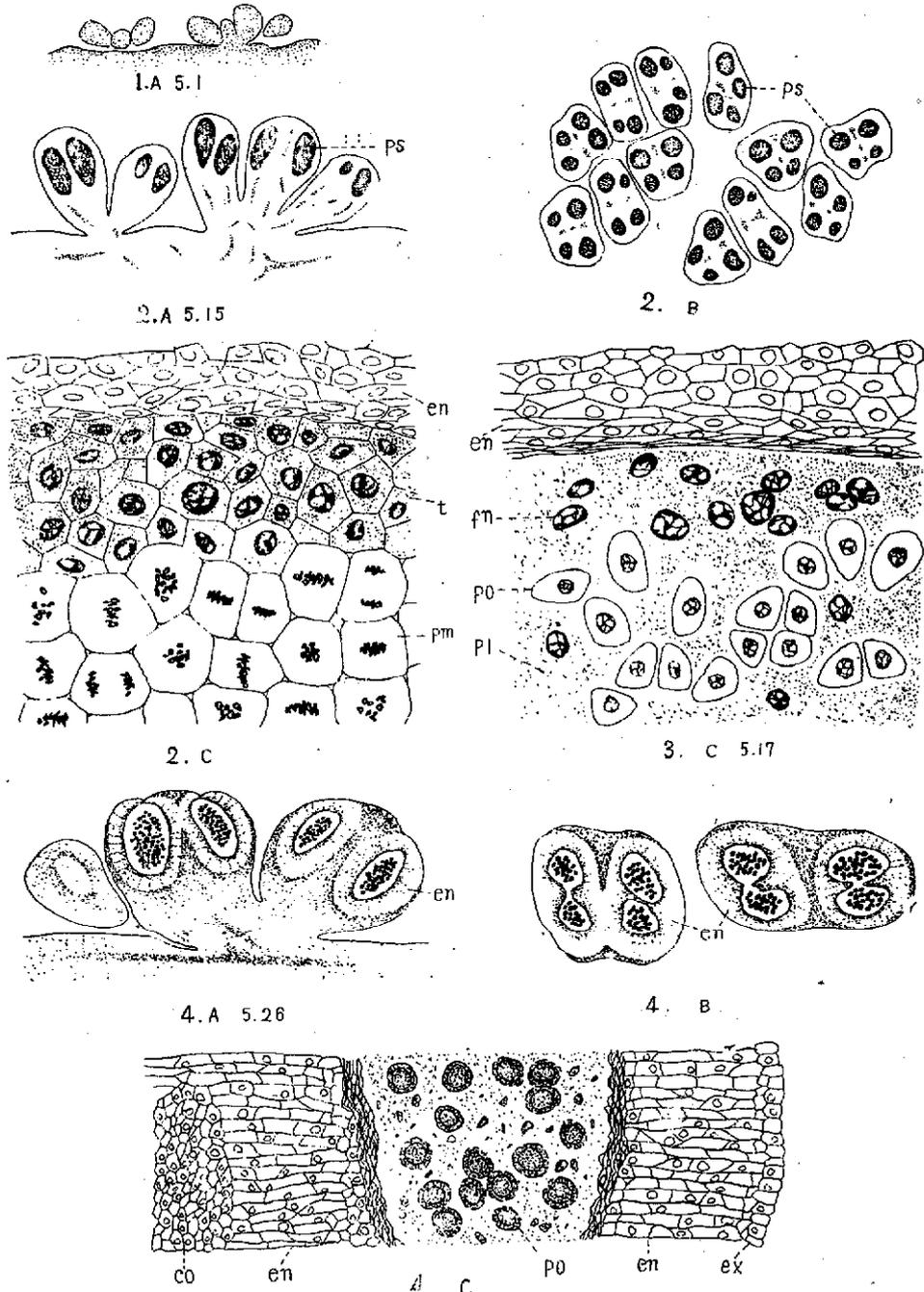
し法を使用した。

(2) 調査結果

A 雄花の生育過程

休眠からさめた花芽は温暖の加わるにつれて急速に伸長しそれにつれてまず雄花の各葯房中に始原細胞を生じ

第6図 雄 薬 の 生 育 過 程 (1954)



1. 休眠期 2. 減数分裂期 3. 4分子離散期 4. 花粉庄出前
 A. 縦断面 ×15 B. 横断面 ×15 C. 葯胞の一部 ×300
 ps. 葯胞 t. 絨氈細胞 pm. 花粉母細胞 en. 内側壁 po. 花粉 pl. 融合原形体 fn. 遊離核
 co. 葯室中帯 ex. 外側壁
 月日は25°Cの場合の発育期日を示す(第4表参照).

その分裂によって中央部に胞原細胞とこれを取りまく壁細胞とが作られて葯室を分化するが、胞原細胞はさらに分裂して花粉母細胞を生じ壁細胞は絨氈細胞を分化する。この時期には花軸の伸長も進んで苞の先端が芽苞から露出したところに花粉母細胞の減数分裂が行われている(第6図)。4分子の形成は逐次的に行われていわゆる単子葉型であるが、形は大部分が平面型でまれに垂直型が見られ、多分胞子も少分胞子も認められなかった。減数分裂の開始から一花穂中の全雄花が4分子の形成を終るまでの時間は野外で約8時間となり、温度が高くなるに従って短縮され25°Cでは約3時間で、分裂の開始は幾分下部の花に早くて漸次上部に進行した。この期までに雄花の着色も進み、葯の先端は淡黄緑色になった。

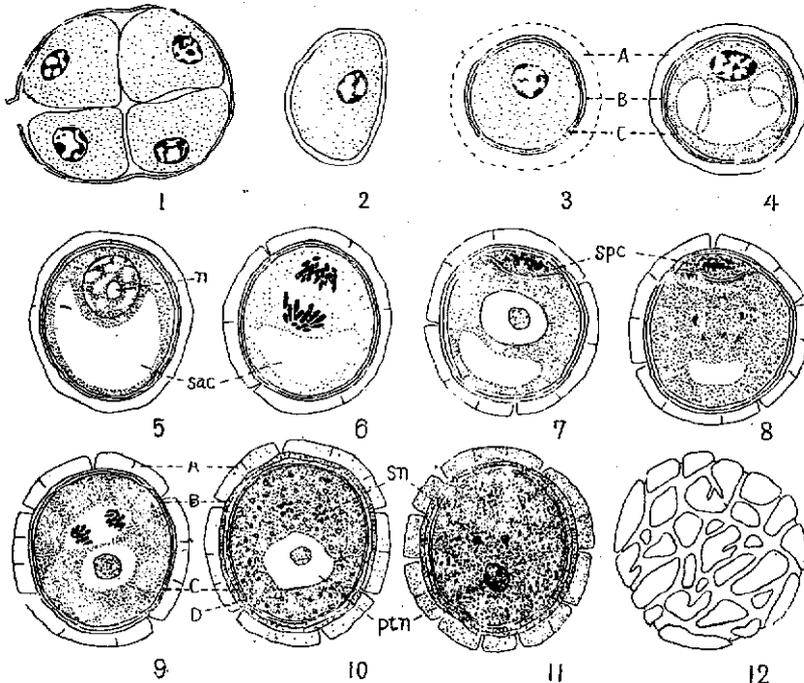
野外ではその後数日を経て4分子が離散するが、この時期にはすでに苞の全形が芽苞から脱出して先端は赤紫色に下部は淡緑に色づいている。この4分子離散以前から絨氈組織は崩壊を始めて次第に花粉粒の間に介入する(第6図—3)。離散直後の胞子にはすでに外膜2層内膜1層の3層が認められ(第7図—3)。以後外膜の外層は急速に肥厚して間もなくその内側はコンゴレッド水溶液で赤染し始めるが、胞子の急速な肥大につれて原形質中には数個の液胞が現われ、次第に合一して、きわめて大きな液腔となり内容の大部分を占める(第7図4—5)。花粉核は4分子形成以後は漸次に縮小して休止核となるが、液胞のでき始めるころから再び拡散を始め染色性を

減じて仁が現われ、その後液腔の次第に小さくなるにつれて核も幾分中心部にかたよるが、間もなくその仁も消失して核物質は次第に染色性を増加し凝縮して染色体が出現し、花粉核の第1分裂が行われる(第7図5—6)。

第1分裂の時期には、すでに附属体は苞の先端から約5—10cm伸出していて淡褐色～褐紫色に着色し、葯の先端は赤紫色となる。なお、この時期には花粉外膜の外層表面に亀裂ができ始め、葯室の内側壁(内被)の発達が始まった。分裂は順調に進行した後、花粉膜に接着した小さい精細胞と花粉内容の大部分を占める管細胞とを生ずる。この後者の核は花粉粒の中心に位置し、次第に染色性を失って視野から消失し液腔も漸次に縮小して消失するが、精細胞の核は多少染色性を残したまま休止核となる。この第1分裂も下部の花に早く漸次上部に及んだ。

その後約7—12日後に第2分裂が始まるが、これに先立って精細胞核は染色性を増し原形質と共に幾分花粉粒の中心部に向って移行し、次第に拡散して分裂に入り、第7図8—10のように順調に終了して2個の精核を作った。この分裂の数日前には、すでに花粉圧出孔となる部分に縦溝が認められ、第2分裂が近付くと葯は漸次に黄変し始めた。第2分裂終了後、管細胞核は次第に不明となり精核の染色性も減少し、漸次に顆粒および澱粉粒が生じ始めて、間もなく花粉中には充満した澱粉粒のみが見られるようになったが、この内膜の内層が明瞭に認め

第7図 花粉の成熟過程 ×500



1—11. 成熟順序

1. 4分子 2, 3. 離散直後
4. 液胞発生 6. 花粉第1核分裂
9. 花粉第2核分裂 11. 成熟花粉
12. 花粉の外形

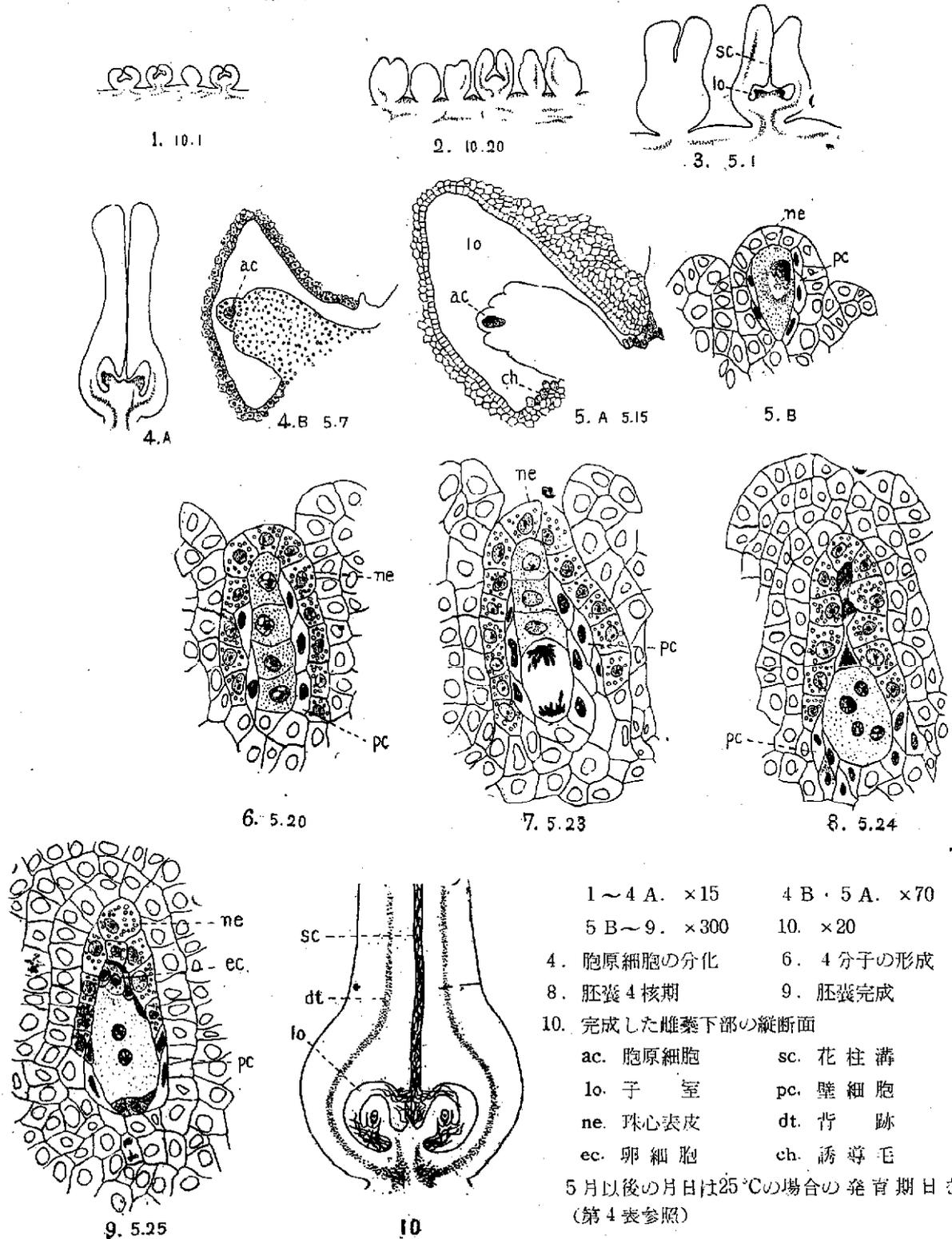
A. 外膜外層 B. 外膜内層
C. 内膜外層 D. 内膜内層

n. 仁 sac. 液腔 spc. 精原細胞
sn. 精核 ptn. 管細胞核

られるようになり、セルローズ反応（沃度+硫酸）が顕著であった（第7図10~11）。花粉中の顆粒にはスダンIIIで橙紅色に染色されるものもあり脂肪球かと推察された。

第2分裂の2~4日後に葯壁は急速に灰黒色に変色し、内被の収縮によって二条の花粉塊を柱状に圧出し順次に落下飛散した（第5図—10）。花粉は花序中の全花からおおむね一斉に圧出されるが、その開始はわずかに下

第8図 胚囊の成熟過程 (1954)



1~4 A. ×15 4 B · 5 A. ×70
 5 B~9. ×300 10. ×20
 4. 胞原細胞の分化 6. 4分子の形成
 8. 胚囊4核期 9. 胚囊完成
 10. 完成した雌蕊下部の縦断面
 ac. 胞原細胞 sc. 花柱溝
 lo. 子室 pc. 壁細胞
 ne. 珠心表皮 dt. 背跡
 ec. 卵細胞 ch. 誘導毛

5月以後の月日は25°Cの場合の発育期日を示す
 (第4表参照)

部が早く漸次上部に進行し花粉の圧出時期に昼夜の別は認められなかったが、温度が高くなるに従って成熟度が早くなるので、午前中に圧出の開始される場合が多かった。花粉膜は花粉の圧出近く薬壁と時を同じくして黒変し、花粉塊の色は灰褐色～黒褐色で約25～40%の不健全花粉（小形または淡色花粉）を混じていたが、健全花粉の直径は約50～60 μ （水中）であった。

B 雌花の生育過程

第8図—2のように前年の秋期に形成された雌花にはすでに花柱溝と子室とが分化しているが、春期、花芽の伸長と共に再び生長を開始して間もなく各室の胎坐上にそれぞれ1個の珠心突起を生じ、ついでその表皮下に胞原細胞を分化し、ほとんど時期を同じくして内珠皮ができてきた（第8図3～4）。その後胞原細胞はそのまま肥大して減数分裂を行った後4分子を形成し、薄皮胞子囊群に属することを示したが、この期はちょうど花粉核の第1分裂期に当り、すでに柱頭は黄緑色、花柱は黒紫色に、子房上部は赤紫色に着色した。

減数分裂は雄花の場合と同時かあるいは幾分遅れて開始され順調に経過したが、分裂に先立って胚嚢母細胞の周囲にはすでに壁細胞が見られ、分裂に前後して珠心表皮中には澱粉粒が形成された。4分子は縦にならび、その中で合点側の1個が生長肥大して8核生の胚嚢を完成したので、胚嚢形成は正常型と判定された（第8図5～9）。数個体の調査によると、この胚嚢の完成期は花粉核の第2分裂期と相前後し、仏嚢苞は幾分開き始め附属体からはわずかに腐肉臭（あるいは莖臭）が発散し始めた。従ってこの期を開花始めとしてさしつかえないように思われる。

その後1～2日間、附属体からの精油の分泌は下部から漸次に上部に及んで盛んに腐肉臭を発散し、それが終了し始めたころから花粉が圧出され、この間に仏嚢苞も時間と共に開張して花粉圧出後は次第に色沢を失い附属体と共に乾枯した。従って花粉の圧出終了をもって開花の終りと見られ、雌薬は2～4日の先熟である。以上を総括すると第4表のようになる。

第4表 花の外部形態、花粉、胚嚢の各生育過程の比較対照（1954）

25°C での経過 月日	生 育 過 程			野 外 での 経過月日
	花 粉	胚 嚢	花 の 外 部 形 態	
月 日 5.15	減数第1分裂	—	仏嚢苞の先端は芽苞上に露出する	5.11～15
16	—	減数第1分裂	—	—
17	4分子離散	—	仏嚢苞の全形が芽苞上に露出する	17～21
20	花粉第1分裂	4分子形成	附属体の先端は仏嚢苞上に出現する	23～25
24	—	胚嚢4核期	—	—
25	花粉第2分裂	胚嚢完成	{ 仏嚢苞半開、悪臭をかすかに発散し始め柱頭はか { すかに粘液を分泌する { 附属体は下部から3/4まで乾燥萎縮し上部も精油の { 分泌を停止する	6. 2～6
27	花粉圧出	—		5～9

1. 野外での経過月日は25個体の調査による。
2. 約20～30°Cの恒温の場合は花の外部形態の発育よりも生殖細胞の生育が速く進展する傾向がある。

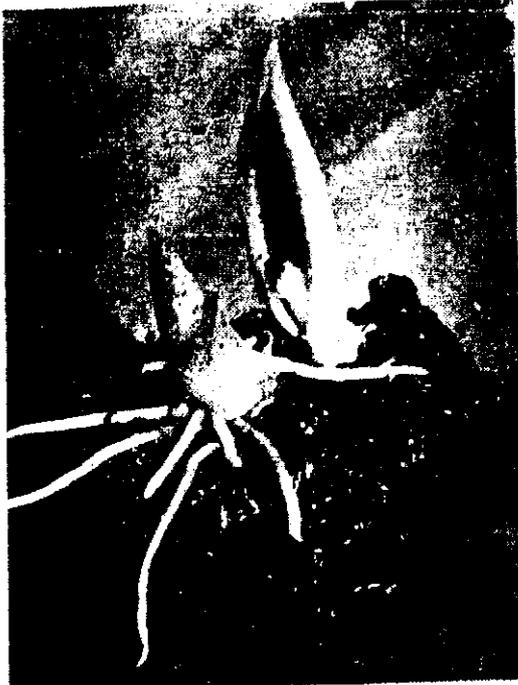
C. 二次的花穂の生育および奇型花

一次の花穂の伸長につれて花基基部の二次的花穂も幾分生長しているが、開花が正常に終了するとこの花芽は以後の生長を停止して伸出せず、結実しない場合には次位（中心から2番目）の側芽が発展して1個の葉芽を形成する。しかし、一次の花芽をその伸長前または伸長中に切除したものは、小さな二次の花芽と1個の大きな葉芽とを伸出してきわめて小さな奇型花を開き、花後に大きな葉を展開した（第9図—1）。この葉芽になる次位の側芽をあらかじめ除いておくと、二次の花芽は比較的

大きくなって完全花をそなえ、雄花は完成花粉を出し雌花は結実能力があった（第9図—2）。二次の花の形態は奇型花から完全花に至るまでいろいろのものが見られたが、その芽苞は0～2枚できわめて少なく仏嚢苞も欠除するものが多かった。

なお、場合によっては葉序的にはその位置にありながら花穂とならず、葉を抽出する場合もあったが、この際も芽苞は0～2枚の少数であり、葉柄下部の新球茎には側芽がきわめて少く第2次の花基下部の様相を呈したので、これはおそらく前年秋期の発育が悪くて第2次花

第9図



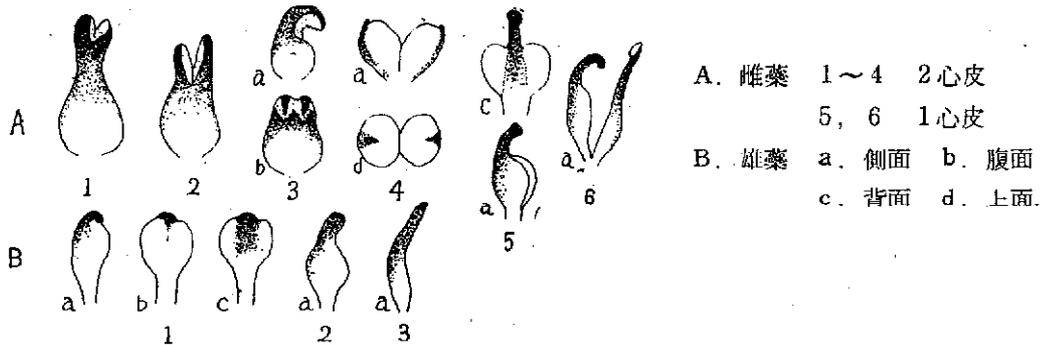
- ← 1. 生長中の二次的花芽と葉芽
 ↑ 2. 開花した二次的花芽、右端の1個は葉芽となっている。

穂の分化が決定的でなかったものと推察される。

奇型花は、花穂が小さくて発育の悪い場合に第1次・第2次花共に現われ、奇型の様相はどの場合も仏燄苞を欠ぐものはなかったが、雌花・雄花共に種々の程度の無実性となり、極端なものとして仮雌薬・仮雄薬も見ら

れ、それらの中には中性花的なものも観察された(第10図)。なお花穂中の全花が無実化するものも認められたが、雌雄花部いずれかを欠いで単性花序となったものは全く発見されなかった。性分化の観点から興味のある事実である。

第10図 無実性雌・雄薬



摘 要

1. 花の形態を育種の見地から(応用的に)記載した。その特徴は開花期に達した球茎は葉を抽出せず、その貯蔵養分のみで開花結実すること、および花は単性の無花被で雌・雄花部に分れて密集することである。

2. コンニャクの花芽は葉柄基部の内芽中に作られ、その分化期は8月20日前後であるが、9月上旬にはすでに単性花の原基が認められ、9月下旬には雌雄花が分化し、10月中旬には一応整った花序が作られ、葉の倒伏後は生長を停止して怪しい休眠にはいる。しかし、雌雄花共

に生殖細胞はまだ作られていない。

3. 休眠のさめた花芽は春期の温暖によって伸長開花するが、胚嚢および花粉の発育過程とそれに応ずる花の外部形態の発育過程とを調査し、互に対比関連させた。

4. 花粉は澱粉質で1個の管核と2個の精核とがあり胚嚢の形成は正常型で2~4日の雌薬先熟である。

5. 花芽の中心から1番目の側芽は二次的花穂となって第1次の花穂の基部に密着しているが、その分化は9月下旬と推定され、第1次の花穂に異常のある場合に伸長して小花を開く。

引用文献

1. 渡辺大一 (1944) : 菟蓐に関する研究.

広島県立農業試験場吉舎分場

2. 若林重道 (1957) : 最新・コジニャク栽培と加工. 東京

Studies on the breeding of *Amorphophalls konjac*

1. On the flower organs, differentiation of flower bud and flowering

Shigemichi WAKABAYASHI

Summary

The flower bud began to differentiate lately in August, as to the imperfect flower the primordium was already observed early in September. Female and male flowers were formed in the end of September and a complete flower bud was formed in the middle of October.

After lodging of leaves, the flower bud dropped its growth and entered into dormancy. At this time the sexual cell did not still develop in either female or male flower. The flower bud developed and bloomed by warmth in the spring after awaking from the dormancy.

ncy.

The pollen was starchy and had one tube nucleus and two male nuclei. The embryo-sac developed normally and showed protogynous ripening of 2~4 days.

The first lateral bud from the center of the flower bud was located at the base of the primary flower head. Its differentiation seemed to begin in the end of september and it developed and bloomed when the primary head was damaged.